

PARTIAL TRANSLATION OF
JAPANESE PATENT PUBLICATION FOR IDS

- (19) Japanese Patent Office
(12) Official Gazette (A)
(11) Publication Number: Hei 10-234100
(43) Date of Publication: September 2, 1998
(51) Int. Cl. H04R 19/02
 G10K 11/18
 H04R 1/40
 7/04
Request for Examination: Not yet submitted
Number of Claim: 10 (12 pages)
- (54) Title of Invention: TRANSDUCER ARRAY
(21) Application Number: Hei 9-35254
(22) Date of Filing: February 19, 1997
(72) Inventors: ODAGIRI TADASHI
 [Translation of Address Omitted]
(71) Applicant: NGK INSULATORS LTD
 [Translation of Address Omitted]
(74) Representative: Patent Attorney CHIBA YOSHIHIRO

[Page 4 col.5 lines 21 - 38]

【0034】 As shown in Fig.1, the transducer array 50 of the present invention comprises an array body 54 having a plural of speaker unit 52 arrayed in a matrix, a sound source 56 for providing sound signal to the respective speaker unit 52 of the array body 54, a controller 58 for controlling (phase control, sound pressure control etc.) sound signal outputted from the sound source 56 according to the purpose of use.

【0035】 As shown in Fig.2, the array body 54 comprises an enclosure 62 formed into the cubic shape as a whole and having a plural of hole 60, speaker units 52 set into the hole 60 of the enclosure 62 respectively. Herein, a sound absorber 64 is attached to the back of the enclosure 62.

【0036】 The respective speaker unit 52 of the transducer array 50 of this embodiment is an electrostatic speaker.

FIG. 1

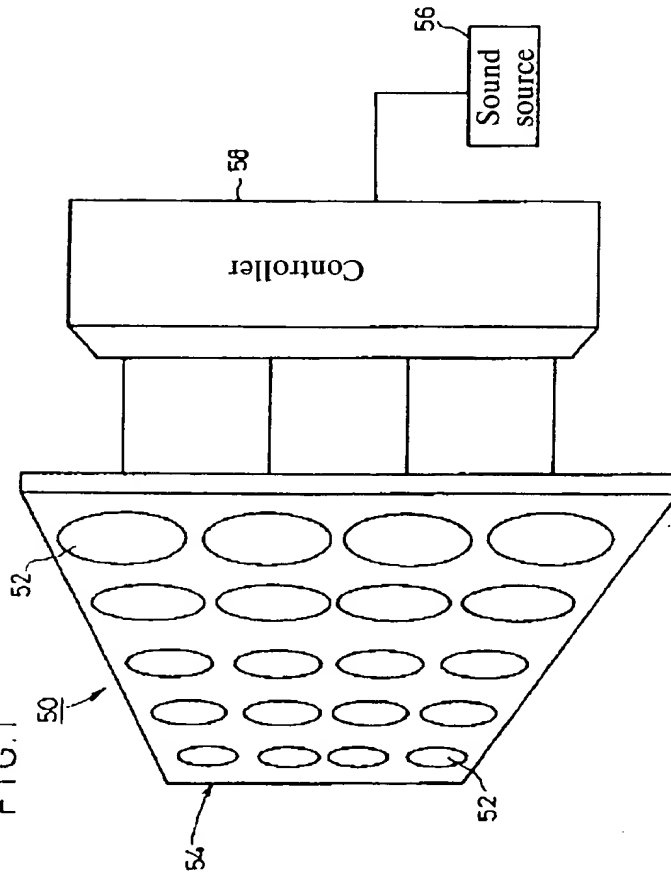
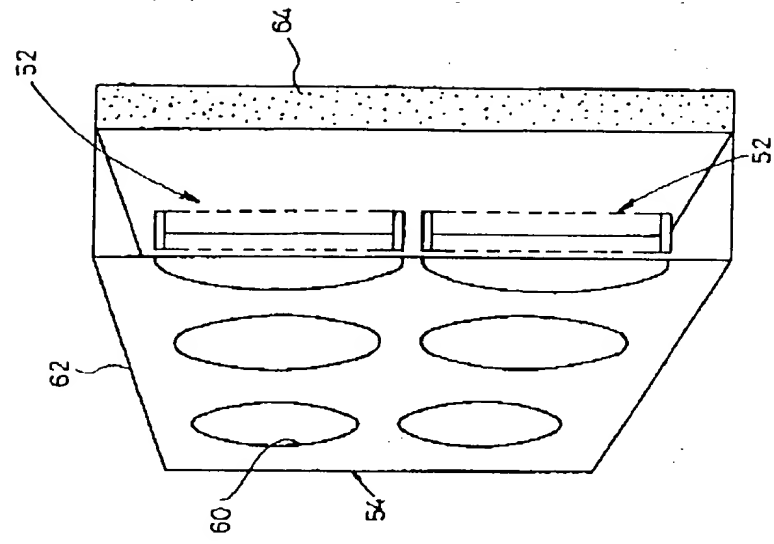


FIG. 2



(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10234100 A**

(43) Date of publication of application: **02.09.98**

(51) Int. Cl.

H04R 19/02
G10K 11/18
H04R 1/40
H04R 7/04

(21) Application number: **09035254**

(22) Date of filing: **19.02.97**

(71) Applicant: **NGK INSULATORS LTD**

(72) Inventor: **ODAGIRI TADASHI**

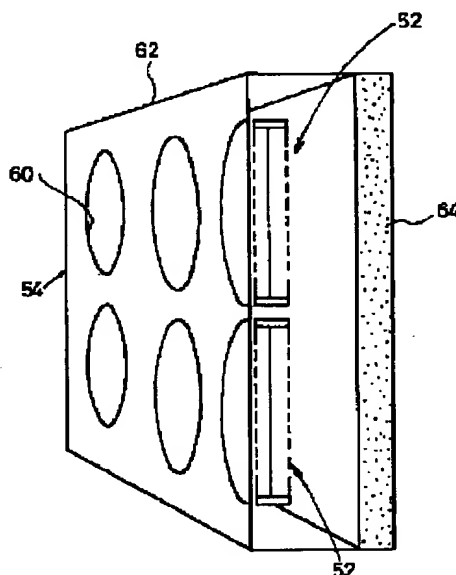
(54) **TRANSDUCER ARRAY**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To allow the transducer array in which control of the phase and amplitude of a transducer as a single body is accurate, sophisticated sound directivity control, and control such as stereophonic sensation of the sound and localization feeling of sound image as an array are facilitated.

SOLUTION: The array main body 54 is made up of an enclosure 62 formed to be a box and in which lots of holes 60 are made to a front face and speaker units 52 each of which is set to each hole 60 made to the enclosure 62. Then an electrostatic speaker is adopted for each speaker unit 50 being a component of the array main body 54 and a diaphragm of each speaker unit 52 is made of a metallic foil whose thickness is $0.5\mu\text{m}$ or over and $30\mu\text{m}$ or below.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-234100

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月2日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 4 R 19/02

H 0 4 R 19/02

G 1 0 K 11/18

G 1 0 K 11/18

H 0 4 R 1/40

3 1 0

H 0 4 R 1/40

3 1 0

7/04

7/04

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平9-35254

(22) 出願日

平成9年(1997) 2月19日

(71) 出願人 000004064

日本碍子株式会社

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号

(72) 発明者 小田切 正

愛知県名古屋市瑞穂区須田町2番56号 日

本碍子株式会社内

(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

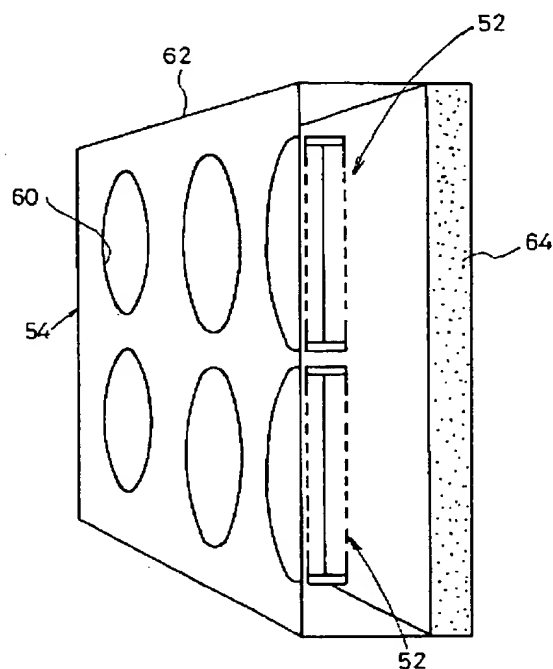
(54) 【発明の名称】 トランスデューサアレイ

(57) 【要約】

【課題】 トランスデューサ単体の位相、振幅などの制御が正確で、アレイとしての音の高度な指向性制御、音の立体感及び音像の定位感などの制御を行い易くする。

【解決手段】 アレイ本体54を、全体的に箱状に形成され、かつ前面に多数の穴60が設けられた筐体(エンクロージャ)62と、該筐体62に形成された各穴60にそれぞれセットされるスピーカユニット52を有して構成する。そして、アレイ本体54を構成する個々のスピーカユニット52を静電型スピーカにて構成し、これらスピーカユニット52の振動板として、厚さ0.5 μ m以上、30 μ m以下の金属箔にて構成する。

FIG. 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】厚さ $1\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下のセラミック平面板を振動板として用いた静電型の電気音響トランスデューサが複数個配置されたアレイ本体を有することを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 2】請求項 1 記載のトランスデューサアレイにおいて、前記セラミック平面板がジルコニアにて構成されていることを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 3】厚さ $0.5\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下の金属箔を振動板として用いた静電型の電気音響トランスデューサが複数個配置されたアレイ本体を有することを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 4】請求項 3 記載のトランスデューサアレイにおいて、前記金属箔が、ベリリウム銅、チタン、ステンレス、アルミニウム、ニッケルのいずれかであることを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 5】請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載のトランスデューサアレイにおいて、前記アレイ本体の前面にハニカムホーンが取り付けられ、

前記ハニカムホーンは、前記アレイ本体の個々のトランスデューサに対応してセルが形成されていることを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 6】請求項 5 記載のトランスデューサアレイにおいて、前記ハニカムホーンがセラミックスにて構成されていることを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 7】請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載のトランスデューサアレイにおいて、前記アレイ本体の個々のトランスデューサは、音響の放射、受音のいずれも可能であり、接続されている回路により個別に切替えが可能であることを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 8】請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載のトランスデューサアレイにおいて、前記アレイ本体を構成する複数のトランスデューサのうち、少なくとも一つのトランスデューサが音響を放射し、他のトランスデューサがその反射波を受音し、反射体の位置を検出することを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 9】請求項 8 記載のトランスデューサアレイにおいて、前記少なくとも一つのトランスデューサが超音波を放射し、その超音波の反射波を他の少なくとも一つのトランスデューサが受音し、反射体の位置を検出することを特徴とするトランスデューサアレイ。

【請求項 10】請求項 8 又は 9 記載のトランスデューサアレイにおいて、

検出した反射体の位置周辺で可聴音が最大となるように個々のトランスデューサの出力を調整する手段を有することを特徴とするトランスデューサアレイ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電型のトランスデューサが複数個配置されてなるトランスデューサアレイに関する。なお、静電型のトランスデューサは、電気音響変換器であって、スピーカ又はマイクロホンなどに適用されるものである。

【0002】

【従来の技術】スピーカのアレイシステムは公知のものがあ、例えばドン・デビス／キャロライン・デビス著、進藤武男訳、誠文堂新光社刊「サウンドシステムエンジニアリング」（1992年10月30日発行）の223～259頁には、パネル状にスピーカを配置したアレイなどについて詳細に記載されており、その応用例として、例えばホール内で全客席を様にカバーするような用途が示されている。

【0003】また、指向性を高めるためのスピーカアレイの公知例も多く、特開平5-276591号公報、特開平6-225397号公報、特開平6-245288号公報などがある。

【0004】これらのアレイの用途は、例えば美術館、ショールーム等において、展示物を見ている人だけにその説明が聞こえるようにするもの、複数の人が自分の好みに応じて音場を調整できるようにするもの、パーソナルコンピュータの音がそれを操作している人だけに聞こえるようにするもの、などである。

【0005】これらのシステムは、個々のスピーカの出力を調整し、それぞれから発する音波の干渉を利用する、あるいは吸音材を工夫する、というような方法で指向性を高めている。

【0006】そして、これらの公知例で使用されているスピーカなどのトランスデューサは、いずれもマグネット式である一般的な円錐コーン型ダイナミックスピーカを使うことを想定している。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】円錐コーン型ダイナミックスピーカは、スピーカとしては最も一般的であり、種類も多く選択しやすいものである。しかし、図15に示すように、円錐という形状のため、コーン紙の内側部分で音響的な歪みを生じる。

【0008】この音響的な歪みは、スピーカから発する音の鮮明さを喪失させたり、音像の定位感をぼやかすという現象を引き起こす。

【0009】従って、従来のスピーカアレイシステムにおいては、以下のような問題を有していた。

【0010】(1) マグネット式のスピーカは、上述したように、円錐形のコーン紙を使用おり、コーン紙の内

側で音響的な歪みが発生する。そのため、多数個のスピーカから同時に音を発生させるというスピーカアレイシステムでは、前記音響的な歪みが増幅され、音質を損なうおそれがある。

【0011】(2) マグネット式のスピーカでは、強力な永久磁石を使用していることから、前記スピーカが多数配列されるアレイシステムでは、全体として発生する磁界が強力となる。そのため、スピーカアレイシステムを例えば陰極線管(CRT)の近傍に設置する場合などにおいては、CRTの表示画像に悪影響を及ぼすことがある。

【0012】(3) マグネット方式のスピーカは、小型化、薄型化に限界があり、小型のスピーカアレイシステムの仕様には適さない。

【0013】本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、トランスデューサ単体の位相、振幅などの制御が正確で、アレイとしての音の高度な指向性制御、音の立体感及び音像の定位感などの制御を行い易いトランスデューサアレイを提供することを目的とする。

【0014】また、本発明の他の目的は、トランスデューサの配列密度を高くすることができ、アレイの面積比として効率的な音圧レベルを得ることができるトランスデューサアレイを提供することにある。

【0015】また、本発明の他の目的は、ハニカムホーンの取付けが容易で、高指向性をより高精度なものとすることができるトランスデューサアレイを提供することにある。

【0016】また、本発明の他の目的は、人などの物体の位置を検知する機能を持たせた指向性の強いトランスデューサアレイを提供することにある。

【0017】また、本発明の他の目的は、アレイ本体の薄型化、小型化、軽量化に適するトランスデューサアレイを提供することにある。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明に係るトランスデューサアレイは、厚さ $1\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下のセラミック平板を振動板として用いた静電型の電気音響トランスデューサが複数個配置されたアレイ本体を有して構成する。

【0019】これにより、振動板がセラミック平板であり、それ自体、音響上の歪みを生じない上、トランスデューサを例えばマトリクス状に同一平面上に配列した場合、すべてのトランスデューサから発生する振動の位相が同一であり、アレイシステムとして好適となる。逆に個々のトランスデューサ毎に位相を制御することも容易になる。

【0020】また、トランスデューサは、従来のマグネット方式と違ってボイスコイルが不要であるため、アレイ本体の薄型化、小型化及び軽量化が容易であり、例えば直径 1cm 程度のものを多数個配列させることができ

る。これにより、アレイ本体から発生する音の指向性、立体感などの制御がより行いやすく、しかも効果的に発揮されることとなり、高い指向性を得やすいという利点もある。

【0021】また、振動板を方形状に加工することが可能であり、パネル状のアレイにトランスデューサを緻密に配置することができる。その結果、アレイ本体のパネルの面積比として効率的な音圧レベルを得ることができ、特に低音域の再生を効率よく行うことができる。

【0022】また、振動板を多角形状にすることが可能であるため、ハニカムホーンの取付けが容易になり、高指向性をより高精度なものとすることができる。

【0023】そして、前記構成において、前記振動板を構成するセラミック平板として、ジルコニアを用いることが好ましい。

【0024】また、本発明に係るトランスデューサアレイは、厚さ $0.5\mu\text{m}$ 以上、 $30\mu\text{m}$ 以下の金属箔を振動板として用いた静電型の電気音響トランスデューサが複数個配置されたアレイ本体を有して構成するようにしてもよい。

【0025】これにより、振動板としてセラミック平板を用いた場合と同様に、トランスデューサ単体の位相、振幅などの制御が正確で、アレイとしての音の高度な指向性制御、音の立体感及び音像の定位感などの制御を行いやすい。更に、トランスデューサの配列密度を高くすることができ、アレイの面積比として効率的な音圧レベルを得ることができる。また、ハニカムホーンの取付けが容易で、高指向性をより高精度なものとすることができ、アレイ本体の薄型化、小型化、軽量化に適する。

【0026】そして、前記構成において、前記金属箔としては、高い比弾性率、実用性、製造コスト、量産性等を考慮した場合、ベリリウム銅、チタン、ステンレス、アルミニウム、ニッケルのいずれかであることが望ましい。

【0027】なお、前記ハニカムホーンとしては、セラミックスにて構成することが好ましい。

【0028】ハニカムホーンを構成するセラミックスは、焼結体の密度を緻密なものから多孔質なものまで変えることができ、これによって、目的に応じて音響インピーダンスを自在に調整できるので好ましい。材料としては、アルミナ、コーディエライト、ムライト、ジルコニア、窒化珪素、炭化珪素、窒化アルミニウムなどが適用可能である。

【0029】ところで、美術館などにおいて、展示物を見ている人だけに聞こえるようなアレイの場合、従来は、ある特定の位置に入らないと聞こえなかったり、人がいることを別に設置したセンサで検知する必要がある。

【0030】本発明に係るトランスデューサアレイにお

10

20

30

40

50

いては、音響の放射、受音のいずれも可逆的に可能なことを利用して、あるトランスデューサが放射した音波の反射波を別のトランスデューサが受音し、人などの反射物の位置を検出することができる。

【0031】本発明に係るトランスデューサアレイで用いられるトランスデューサは、周波数特性が良好なため、約20kHz以上の超音波を放射することが容易にでき、それにより、人に聞かれることもなく人の位置を検知することができ、例えば天井にアレイを設置すれば、人が移動すれば音が聞こえるエリアを人の移動方向に合せて移動させることも可能となる。

【0032】このように、本発明に係るトランスデューサアレイにおいては、トランスデューサアレイを用いたシステムの多機能化、拡張化等を促進させることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係るトランスデューサアレイの実施の形態例（以下、単に実施の形態に係るトランスデューサアレイと記す）を図1～図14を参照しながら説明する。

【0034】図1に示すように、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50は、多数個のスピーカユニット52がマトリクス状に配されて構成されたアレイ本体54と、該アレイ本体54における各スピーカユニット52に音声信号を供給するための音源56と、該音源56から出力される音声信号を用途に応じて制御（位相制御、音圧制御等）する制御装置58とを有して構成されている。

【0035】図2に示すように、アレイ本体54は、全体的に箱状に形成され、かつ前面に多数の穴60が設けられた筐体（エンクロージャ）62と、該筐体62に形成された各穴60にそれぞれセットされる前記スピーカユニット52を有して構成されている。なお、筐体62内の背面部分には吸音材64が取り付けられている。

【0036】そして、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50は、アレイ本体54を構成する個々のスピーカユニット52が静電型スピーカにて構成されている。

【0037】ここで、前記実施の形態に係るトランスデューサアレイ50にて使用されるスピーカユニット52（静電型スピーカ）のいくつかの実施の形態例について説明する。

【0038】まず、図3に示すように、第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aは、例えば平面多角形状（円形も含む）で、かつ多数の貫通孔70が形成された一方の電極板72と、同じく平面多角形状（円形も含む）で、かつ多数の貫通孔74が形成された他方の電極板76とが例えばリング状のスペーサ部材78を間に挟んで重ね合わされ、スペーサ部材78の高さ方向中間部に一対の電極板72及び76間の空間を仕切るように、

これら電極板72及び76の板面に対して平行に振動板80が架張されて構成されている。

【0039】更に、この第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aにおいては、一対の電極板72及び76間に、一方の電極板72側を正極とする二つのバイアス電源82及び84（共にバイアス電圧E）が接続され、これらバイアス電源82及び84の接点aと振動板80との間に音声信号源86が接続されて構成されている。

【0040】前記スペーサ部材78と一対の電極板72及び76との固着並びに振動板80とスペーサ部材78との固着は例えば接着剤を用いて行われる。また、スペーサ部材78は、プラスチック、熱硬化性フェノール樹脂、アクリル樹脂等の絶縁物を使用している。なお、振動板80に信号線を接続するため、スペーサ部材78として金属を使ってもよい。この場合、電極板72及び76とは適宜絶縁する。

【0041】特に、この第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aにおいては、前記振動板80として、厚さ0.5μm以上、30μm以下の金属箔にて構成するようにしている。

【0042】金属箔は吸湿性がないため、静電型スピーカ52Aを高湿度の環境下で使用しても、音質を損ねることがない。また、金属箔は、高弾性率材料であるため、振動板80の駆動振幅を大きくすることができ、これによって音量を大きくすることが可能となる。しかも、平面状の振動板80であるため、円錐形のコーン紙を使用したコーン型ダイナミックスピーカのような音の干渉は起こらず、位相、振幅（音圧）が正確で、音質をより一層向上させることができる。

【0043】ところで、振動板80を構成する金属箔の厚さとして、30μmを超えると、静電気による力では振動板80が十分に振動せず、大きな音を得ることができない。従って、金属箔の厚さとしては、20μm以下であることが好ましい。この場合、振動板80の駆動振幅を更に大きくすることができ、音圧の点で有利となる。

【0044】振動板80を構成する金属箔としては、高い弾性率、実用性、製造コスト、量産性等を考慮した場合、ベリリウム銅、チタン、ステンレス、アルミニウム、ニッケルのいずれかであることが望ましい。図4に前記各種金属の比弾性率（弾性率/密度）と、比較例としてポリエステル（従来の振動板の材料）の比弾性率を示す。

【0045】前記各種金属のうち、いずれの金属でも、従来から振動板材料として使用されてきた高分子フィルム、例えばポリエステルよりも1桁高い。また、弾性率も1～2桁高く、音声信号源86の印加電圧eを上げて振動板80の駆動振幅が大きくなっても十分に追従することができる。

【0046】また、金属箔上にセラミックスをコーティ

20

30

40

50

ングして弾性率を高くすることもできる。この場合、セラミックスとしては、SiC、SiN、ZrO₂、Al₂O₃、ダイヤモンドなどが利用可能である。

【0047】このように、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50においては、厚さ0.5μm以上、30μm以下の金属箔を振動板80として用いた第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aを多数マトリクス状に配置してなるアレイ本体54を有して構成するようにしたので、以下のような効果を得ることができる。むろん、マトリクス状ではなく、列状に配列したアレイでも同様な効果を得ることができる。

【0048】即ち、振動板80が平板状の金属箔であり、それ自体、音響的な歪みを生じない上、第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aを例えばマトリクス状に同一平面上に配列した場合、すべての静電型スピーカ52Aから発生する振動の位相が同一であり、トランスデューサアレイ50として好適となる。逆に制御装置58を通じて個々の静電型スピーカ52A毎に位相を制御することも容易になる。

【0049】また、静電型スピーカ52Aは、従来のマグネット方式のスピーカと違ってボイスコイルが不要であるため、アレイ本体54の薄型化、小型化及び軽量化が容易であり、例えば図1に示すように、平面形状が例えば直径1cm程度の円形のを多数個配列させることができる。これにより、アレイ本体54から発生する音の指向性、立体感などの制御がより行いやすく、しかもその制御が効果的に発揮されることとなり、高い指向性を得やすいという利点がある。また、静電型スピーカ52Aの配列に関するレイアウトの自由度が大となり、設計変更等の点で有利となる。更に、バイアス電源84を共通化することが可能となるため、製造コストの低減化を効率よく図ることができる。

【0050】また、この第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aにおいては、上述のように、振動板80を金属箔にて構成するようにしているため、振動板80を方形状に加工することが可能であり、例えば図5に示すように、平面形状が矩形状とされたスピーカユニット52（静電型スピーカ）が多数マトリクス状に配列されたアレイ本体54とすることができる。この場合、アレイ本体54における前面パネルの面積比に対して効率的な音圧レベルを得ることができる。

【0051】また、振動板80を多角形状（矩形状を含む）にすることが可能であるため、図6に示すように、スピーカユニット52の平面形状をハニカムホーン90のセル92の形状に合わせることで、アレイ本体54の前面パネルに対してハニカムホーン90を容易に取り付けることができる。この場合、スピーカユニット52の配列ピッチをハニカムホーン90のセル92の配列ピッチに合わせることで、前記ハニカムホーン90のセル92とアレイ本体54にセットされたスピー

ーカユニット52とを1対1に対応させることができる。

【0052】このように、アレイ本体54の前面パネルにハニカムホーン90を容易に設置することができるため、トランスデューサアレイ50の高指向性をより高精度なものとすることができる。前記ハニカムホーン90をセラミックスにて構成することにより、更に高い指向性のトランスデューサアレイ50を得ることができる。

【0053】次に、前記第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aのいくつかの変形例について図7及び図8を参照しながら説明する。なお、図3と対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0054】まず、第1の変形例に係る静電型スピーカ52Aaは、図7に示すように、前記第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52A（図3参照）とほぼ同じ構成を有するが、一対の電極板72及び76におけるそれぞれの対向面に、多数の貫通孔100を有するエレクトレットフィルム（帯電性を有するプラスチックフィルム）102が貼着され、更に、二つのバイアス電源82及び84（図3参照）が省略された構成を有する。

【0055】エレクトレットフィルム102は、例えば図7に示すように予め帯電していることから、無信号時において、一方の電極板72は正に帯電し、他方の電極板76は負に帯電し、これによって、一対の電極板72及び76間に一方の電極板72側を正とするバイアス電圧Eがかかった状態と等価となる。このため、第1の実施の形態では必要であった二つのバイアス電源82及び84を省略することが可能となり、静電型スピーカ52Aaの小型化、軽量化を促進させることができる。

【0056】そして、この第1の変形例に係る静電型スピーカ52Aaにおいても、前記第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aと同様に、厚さ0.5μm以上、30μm以下の金属箔にて振動板80を構成し、前記金属箔として、ベリリウム銅、チタン、ステンレス、アルミニウム、ニッケルのいずれかを使用するようにしている。

【0057】そのため、前記第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aと同様に、音質を損ねることなく、振動板80の駆動振幅を大きくすることができ、これによって音量を大きくすることが可能となる。しかも、平面状の振動板80であるため、音質をより一層向上させることができる。

【0058】次に、第2の変形例に係る静電型スピーカ52Abは、図8に示すように、例えば平面多角形状（円形も含む）の振動板80と、同じく平面多角形状（円形も含む）の電極板104とが例えばリング状のスペーサ部材78を間に挟んで重ね合わされ、更に、振動板80と電極板104間に振動板80側を正極とする一つのバイアス電源106（バイアス電圧E）と音声信号源86が接続されて構成されている。

【0059】この第2の変形例に係る静電型スピーカ52A bにおいても、前記第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aと同様に、厚さ0.5 μ m以上、30 μ m以下の金属箔にて振動板80を構成し、前記金属箔として、ベリリウム銅、チタン、ステンレス、アルミニウム、ニッケルのいずれかを使用するようにしている。

【0060】そのため、前記第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52Aと同様に、静電型スピーカ52A bを高湿度の環境下で使用しても、音質を損ねることなく、振動板80の駆動振幅を大きくすることができ、これによって音量を大きくすることが可能となる。しかも、平面状の振動板80であるため、音質をより一層向上させることができる。

【0061】次に、第2の実施の形態に係る静電型スピーカ52Bについて図9を参照しながら説明する。なお、図3と対応するものについては同符号を付してその重複説明を省略する。

【0062】この第2の実施の形態に係る静電型スピーカ52Bは、図9に示すように、前記第1の実施の形態に係る静電型スピーカ52A（図3参照）とほぼ同様の構成を有するが、振動板80を厚さ1 μ m以上、30 μ m以下のセラミック平面板にて構成し、更に振動板80の表面に電極膜108を形成している点で異なる。

【0063】セラミック平面板は吸湿性がないため、静電型スピーカ52Bを高湿度の環境下で使用しても、音質を損ねることがない。また、セラミック平面板は、高弾性率材料であるため、振動板80の駆動振幅を大きくすることができ、これによって音量を大きくすることが可能となる。しかも、平面状の振動板80であるため、円錐形のコーン紙を使用したコーン型ダイナミックスピーカのような音の干渉は起こらず、音質をより一層向上させることができる。

【0064】ところで、振動板80を構成するセラミック平面板の厚さとして、30 μ mを超えると、静電気による力では振動板80が十分に振動せず、大きな音を得ることができない。従って、セラミック平面板の厚さとしては、20 μ m以下であることが好ましい。この場合、振動板80の駆動振幅を更に大きくすることができ、音質及び音量の点で有利となる。

【0065】振動板80を構成するセラミック平面板としては、ジルコニアを用いることが好ましい。ジルコニアは焼結体として利用するものであるが、弾性率が200GPaと高く、また、密度が5.9g/cm³であるため、比弾性率は $3.4 \times 10^{12} \text{ cm}^2 / \text{sec}^2$ であり、従来のプラスチック振動板の材料である例えばポリエステルの弾性率2GPa、密度1.38g/cm³、比弾性率 $0.14 \times 10^{12} \text{ cm}^2 / \text{sec}^2$ と比べ、音質向上として有利である。

【0066】特に、イットリアを2～4mol%添加した、主として正方晶、又は主として正方晶及び立方晶よ

りなるジルコニアは、曲げ強度が約400～1000MPaと高く、焼結体を構成する結晶粒子径も0.1～0.5 μ m程度と小さいため、薄い平面板として加工するのに極めて好都合である。

【0067】なお、前記ジルコニア以外では、例えば窒化珪素、炭化珪素、アルミナなどのセラミックスが、弾性率が高く、かつ薄い平面板として加工しやすいため、静電型スピーカ52Bの振動板80の材料として好適に使用することができる。

【0068】図10に前記各種セラミックスの比弾性率（弾性率/密度）と、比較例としてポリエステル（従来の振動板の材料）の比弾性率を示す。

【0069】一方、前記振動板80の表面に形成される電極膜108は、導電性の膜であれば何でも使用可能であるが、例えば、金、銀、アルミニウム、銅などの金属膜、あるいはITOなどの酸化物を始めとする各種透明電極膜などを例えばスパッタリングなどで形成する方法でも得ることができる。

【0070】次に、前記第2の実施の形態に係る静電型スピーカ52Bのいくつかの変形例について図11及び図12を参照しながら説明する。

【0071】まず、第1の変形例に係る静電型スピーカ52Baは、図11に示すように、前記第2の実施の形態に係る静電型スピーカ52B（図9参照）とほぼ同様の構成を有するが、前記第1の実施の形態における第1の変形例に係る静電型スピーカ52Aa（図7参照）と同様に、一対の電極板72及び76におけるそれぞれの対向面に、多数の貫通孔100を有するエレクトレットフィルム（帯電性を有するプラスチックフィルム）102が貼着され、更に、二つのバイアス電源82及び84（図9参照）が省略された構成を有する点で異なる。

【0072】この場合も、前記第2の実施の形態に係る静電型スピーカ52Bと同様に、厚さ1 μ m以上、30 μ m以下のセラミック平面板にて振動板80を構成し、該セラミック平面板として、ジルコニア、窒化珪素、炭化珪素、アルミナのいずれかを使用するようにしている。

【0073】そのため、第1の変形例に係る静電型スピーカ52Baは、音質を損ねることなく、振動板80の駆動振幅を大きくすることができ、これによって音量を大きくすることが可能となる。しかも、平面状の振動板80であるため、音質をより一層向上させることができる。

【0074】次に、第2の変形例に係る静電型スピーカ52Bbは、図12に示すように、例えば平面多角形状（円形も含む）の振動板80と、同じく平面多角形状（円形も含む）の電極板104とが例えばリング状のスペーサ部材78を間に挟んで重ね合わされ、更に、振動板80と電極板104間に振動板80側を正極とする一つのバイアス電源106（バイアス電圧E）と音声信号

源 86 が接続されて構成されている。

【0075】この第2の変形例に係る静電型スピーカ52Bbにおいても、前記第2の実施の形態に係る静電型スピーカ52Bと同様に、厚さ1 μ m以上、30 μ m以下のセラミック平面板にて振動板80を構成し、前記セラミック平面板として、ジルコニア、窒化珪素、炭化珪素、アルミナのいずれかを使用するようにしている。

【0076】前記実施の形態においては、アレイ本体54の前面に多数のスピーカユニット52（静電型スピーカ）を配列するようにしたが、その他、静電型のマイクロホンを多数配列するようにしてもよい。もちろん、アレイ本体54の前面の一部の領域にスピーカユニット52を複数個配列し、他の領域に静電型のマイクロホンを配列するようにしてもよい。これらの配列形態はトランスデューサアレイ50の用途に応じて適宜選択し得るものである。

【0077】次に、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50の用途例について図13及び図14を参照しながら説明する。

【0078】本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50は、上述したように、（1）すべてのスピーカユニット52から発生する振動の位相が同一であり、スピーカアレイシステムとして好適であること、（2）制御装置58を通じて個々のスピーカユニット52毎に位相を制御することが容易になること、（3）アレイ本体54の薄型化、小型化及び軽量化が容易であること、

（4）アレイ本体54から発生する音の指向性、立体感などの制御がより行いやすいこと、（5）平面形状が矩形形状とされたスピーカユニット52が多数マトリクス状に配列されたアレイ本体54とすることができ、

（6）アレイ本体54における前面パネルの面積比に対して効率的な音圧レベルを得ることができ、

（7）アレイ本体54の前面パネルに対してハニカムホーン90を容易に取り付けることができること、などの種々の効果を得ることができるため、以下のような用途において好適に使用される。

用途例1

マルチメディア用パソコン、DVDなど、設置スペースに限りがあるにも拘わらず、音響効果をよくしたいという要請に最適である。

【0079】即ち、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50においては、ボイスコイルや永久磁石等の磁界発生源を使用していないため、図13に示すように、パソコン110の表示装置112として使用される例えばCRTの側面に、アレイ本体54を取り付けることが可能である。

【0080】これにより、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50の良好な音質特性を活かし、アレイ本体54における個々のスピーカユニット52（静電型スピーカ）からの出力の位相、振幅などを制御装置58

を通じて制御することで、3次元のバーチャルリアリティな音を出すことが可能である。また同時に、周辺に音が拡散することを防ぐことが可能となるため、パソコン110の前にいる人（操作している人やCRT画面を見ている人など）だけに音が聞こえるような指向性の高い音を出すことも可能である。

用途例2

本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50は、薄型でかつ小型軽量に作製することができるため、薄型パネルとして壁に埋め込んだり、壁に掛けることができる。これにより、トランスデューサアレイ50が埋め込まれた壁やトランスデューサアレイ50が掛けられた壁によって区画される一つの空間に放射される音を立体的な音として容易に制御することができる。

用途例3

いわゆるアクティブノイズキャンセラとして好適に使用することができる。この場合、アレイ本体54の前面の一部の領域に静電型マイクロホンを設置し、他の領域にスピーカユニット52（静電型スピーカ）を設置する。

そして、前記静電型マイクロホンにて空間のノイズを検出し、この検出されたノイズを打ち消すように制御装置58にて位相制御された音波を静電型スピーカ52を通じて放射させることで、構成が簡単で、かつ高精度なノイズキャンセラを提供することが可能となる。

用途例4

前記例では、アレイ本体54に多数配列されるものとしてスピーカユニット52（静電型スピーカ）や静電型マイクロホンを示したが、以下の説明では、アレイ本体54にそれらの概念を含めたトランスデューサが多数配列されたものとして説明を行う。

【0081】近時、例えば博物館の展示物の説明を、高い指向性を利用して、当該展示物の前にいる人だけに聞こえるようにするアレイシステムが提案されている。しかし、この提案に係るアレイシステムでは、予め定められたエリアに入らなければ、前記展示物の説明を聞くことができない。

【0082】本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50においては、トランスデューサが音響の放射、受音を可逆的にしかも容易にできることを利用し、トランスデューサが発した音響の反射波を検知することで人が近づいたことを認識することができる。

【0083】本実施の形態に係るトランスデューサアレイ50で使用されるトランスデューサは、周波数特性が良好なため、約20kHz以上の超音波を放射することが容易にでき、そのような超音波を放射すれば、人に聞かれることもなく人の位置を検知することができ、人が移動すれば音が聞こえるエリアを人の移動方向に合わせ移動させることも可能となる。

【0084】図14の例は、美術館や博物館等に設置されるトランスデューサアレイ50の用途例を概念的に示

すものであって、鑑賞者 1 1 4 の位置をトランスデューサアレイ 5 0 にて検出すると同時に、検出された鑑賞者 1 1 4 の移動に合わせて、鑑賞者 1 1 4 が鑑賞している展示物 1 1 6 を印象的に引き立たせるための音（音楽、解説を含む）を出力している例を示すものである。

【0085】上述した各用途例はあくまでも一例であって、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ 5 0 の高い指向性、薄型化、小型化、軽量化、良好な音質特性、位相制御、音圧制御等の容易性から、様々な態様の用途例を提供することができる。

【0086】そして、アレイ本体 5 4 に多数配列されたトランスデューサ（スピーカユニット 5 2、静電型マイクロホン等を含む）に対して位相制御や音圧制御を行う制御装置 5 8 としては、例えばデジタルシグナルプロセッサ（DSP）、静電型トランスデューサ駆動用あるいは受音用アンプ、フィルタなどから構成され、用途に応じて DSP 制御用のアルゴリズムを適宜選択することにより、本実施の形態に係るトランスデューサアレイ 5 0 に対して任意の制御を行わせることができる。

【0087】なお、この発明に係るトランスデューサアレイは、上述の実施の形態に限らず、この発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【0088】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係るトランスデューサアレイによれば、厚さ 1 μ m 以上、30 μ m 以下のセラミック平面板、あるいは厚さ 0.5 μ m 以上、30 μ m 以下の金属箔を振動板として用いた静電型の電気音響トランスデューサが複数個配置されたアレイ本体を有して構成するようにしている。

【0089】このため、トランスデューサ単位の位相、振幅などの制御が正確で、アレイとしての音の高度な指向性制御、音像の定位感などの制御を行い易く、しかも、トランスデューサの配列密度を高くすることができ、アレイの面積比として効率的な音圧レベルを得ることができる。また、ハニカムホーンの取付けが容易で、高指向性をより高精度なものとすることができ、アレイ本体の薄型化、小型化、軽量化を促進させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本実施の形態に係るトランスデューサアレイを示す構成図である。

【図 2】本実施の形態に係るトランスデューサアレイのアレイ本体を一部破断して示す構成図である。

【図 3】本実施の形態に係るトランスデューサアレイに使用される第 1 の実施の形態に係る静電型スピーカを示す構成図である。

【図 4】振動板として使用される各種金属の比弾性率（弾性率／密度）とポリエステル（従来の振動板の材料）の比弾性率との違いを示す表図である。

【図 5】本実施の形態に係るトランスデューサアレイにおいて、各静電型スピーカの平面形状を矩形にした場合を示す構成図である。

【図 6】本実施の形態に係るトランスデューサアレイの前面にハニカムホーンを取り付けた状態を示す構成図である。

10 【図 7】本実施の形態に係るトランスデューサアレイに使用される第 1 の実施の形態に係る静電型スピーカの第 1 の変形例を示す構成図である。

【図 8】本実施の形態に係るトランスデューサアレイに使用される第 1 の実施の形態に係る静電型スピーカの第 2 の変形例を示す構成図である。

【図 9】本実施の形態に係るトランスデューサアレイに使用される第 2 の実施の形態に係る静電型スピーカを示す構成図である。

20 【図 10】振動板として使用される各種セラミック平面板の比弾性率（弾性率／密度）とポリエステル（従来の振動板の材料）の比弾性率との違いを示す表図である。

【図 11】本実施の形態に係るトランスデューサアレイに使用される第 2 の実施の形態に係る静電型スピーカの第 1 の変形例を示す構成図である。

【図 12】本実施の形態に係るトランスデューサアレイに使用される第 2 の実施の形態に係る静電型スピーカの第 2 の変形例を示す構成図である。

【図 13】本実施の形態に係るトランスデューサアレイの用途例（用途例 1）を示す説明図である。

30 【図 14】本実施の形態に係るトランスデューサアレイの用途例（用途例 4）を示す説明図である。

【図 15】一般的なコーン型ダイナミックスピーカの構成と音響上の歪みを示す説明図である。

【符号の説明】

5 0 … トランスデューサアレイ

5 2 … スピーカユニット（静電型スピーカ）

5 4 … アレイ本体

5 6 … 音源

5 8 … 制御装置

6 2 … 筐体

6 4 … 吸音材

7 2、7 6 … 電極

40 板

7 8 … スペーサ部材

8 0 … 振動板

8 2、8 4 … バイアス電源

8 6 … 音声信号源

9 0 … ハニカムホーン

9 2 … セル

1 0 2 … エレクトレットフィルム

1 0 8 … 電極膜

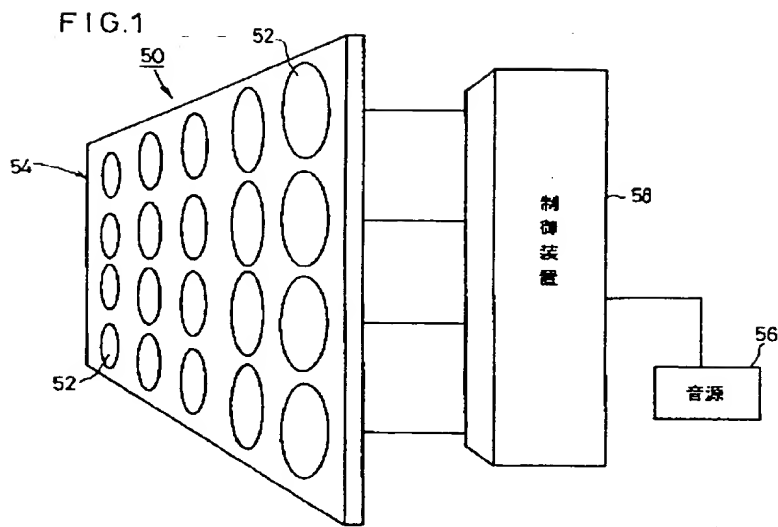
1 1 0 … パソコン

1 1 2 … 表示装置

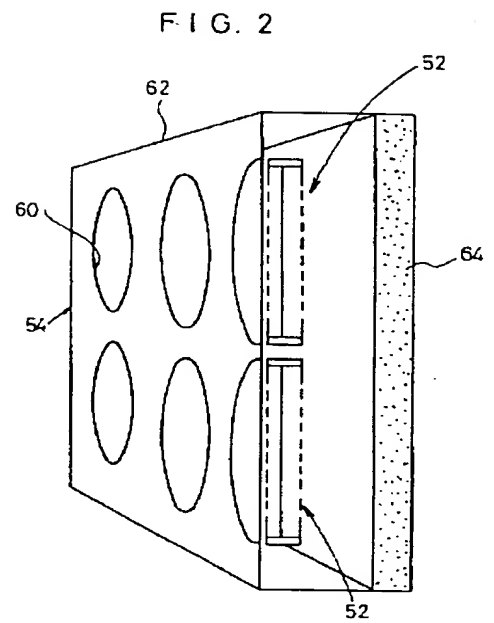
1 1 4 … 鑑賞者

1 1 6 … 展示物

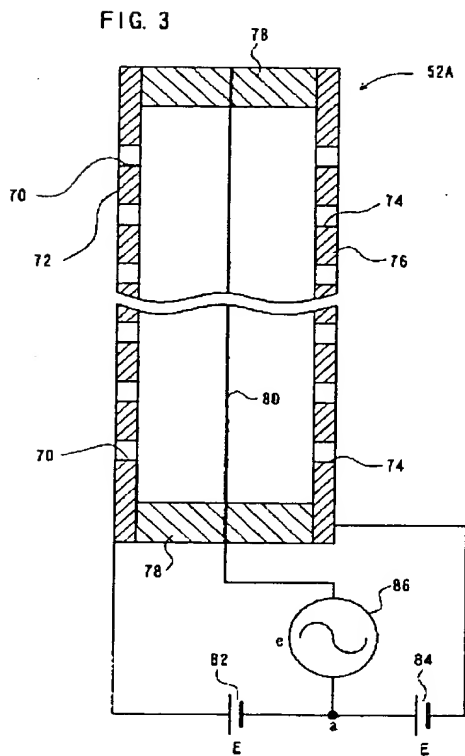
【図 1】



【図 2】



【図 3】



【図 4】

FIG. 4

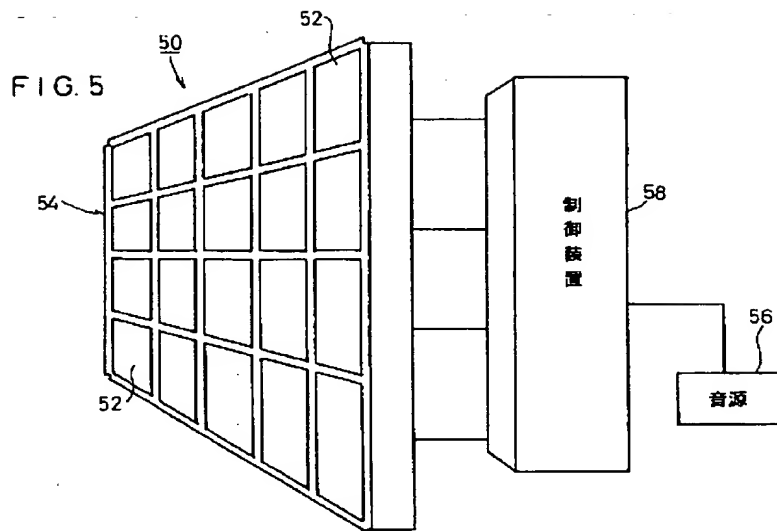
	弾性率 (Gpa)	密度 (g/cm ³)	比弾性率 (cm ² /sec ²)
アルミニウム	78	2.7	2.8×10^{12}
SUS304	196	8.03	2.4×10^{12}
チタン	108	4.51	2.4×10^{12}
ニッケル	205	8.9	2.3×10^{12}
ベリリウム銅 (Be2.0wt%含有合金)	127	8.26	1.5×10^{12}
ポリエステル(比較例)	2	1.38	0.14×10^{12}

【図 10】

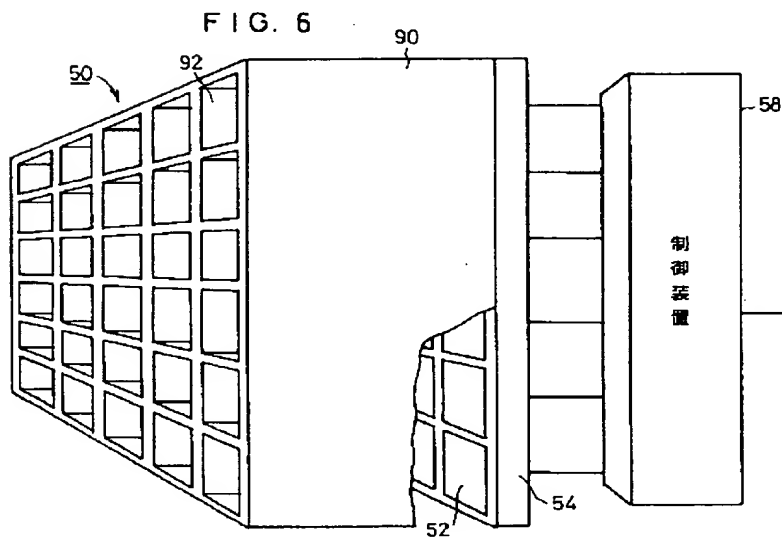
FIG. 10

	弾性率 (Gpa)	密度 (g/cm ³)	比弾性率 (cm ² /sec ²)
窒化珪素	300	3.20	9.4×10^{12}
炭化珪素	400	3.10	12.9×10^{12}
アルミナ	360	3.98	9.0×10^{12}
ジルコニア	200	5.9	3.4×10^{12}
ポリエステル(比較例)	2	1.38	0.14×10^{12}

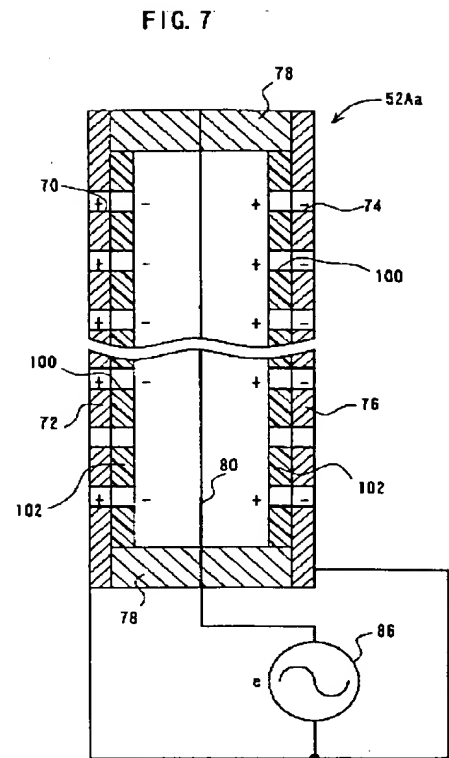
【図 5】



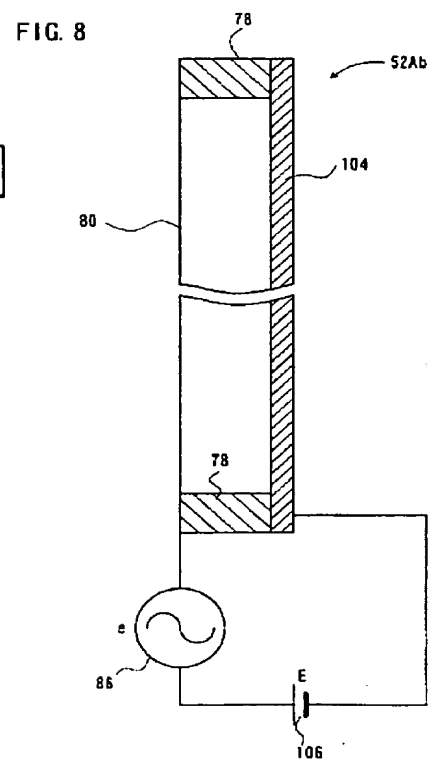
【図 6】



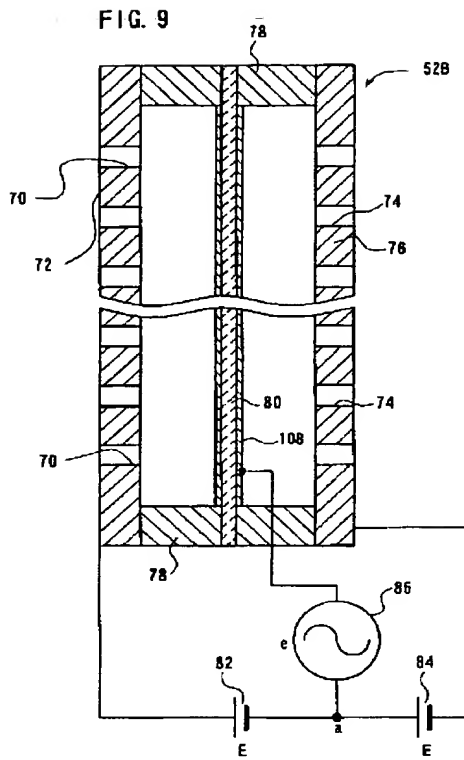
【図 7】



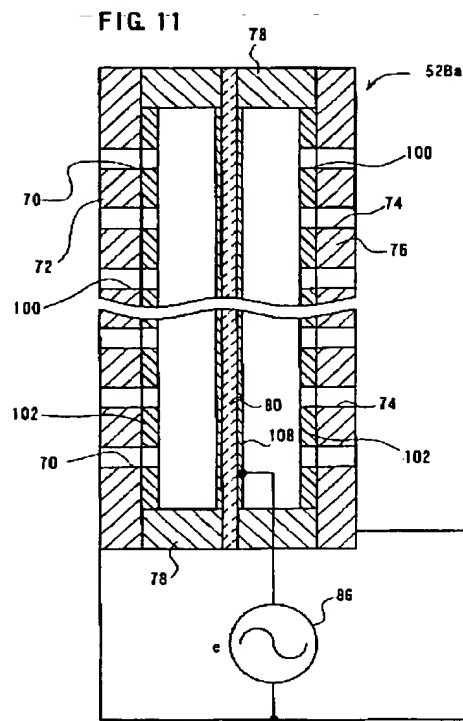
【図 8】



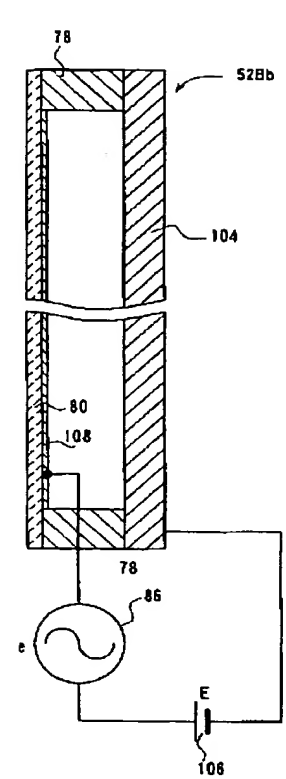
【図 9】



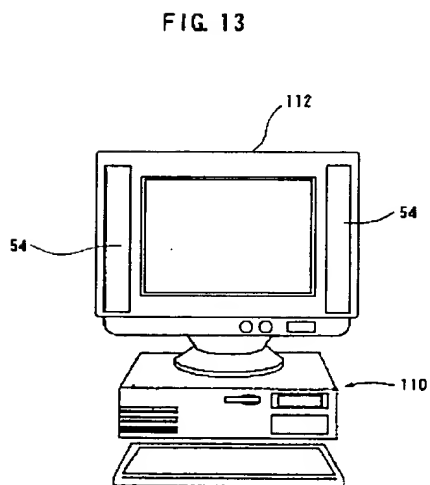
【図 11】



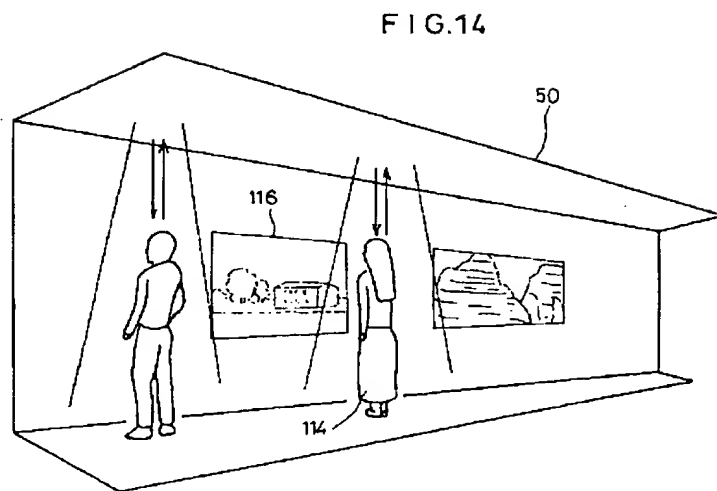
【図 12】



【図 13】



【図 14】



【図 1 5】

FIG. 15

